

Rec'd T/PTO 12 JAN. 2005

T/JP 03/09929 #2

05.08.03

10/521055

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 19 SEP 2003

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 8月 6日
Date of Application:

出願番号 特願2002-228117
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2002-228117]

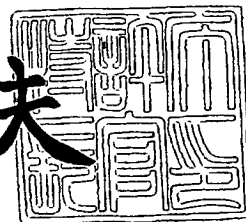
出願人 株式会社リコー
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 9月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3072257

【書類名】 特許願

【整理番号】 0203402

【提出日】 平成14年 8月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明の名称】 液滴吐出ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット
記録装置

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

【氏名】 西村 学

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代表者】 桜井 正光

【代理人】

【識別番号】 230100631

【弁護士】

【氏名又は名称】 稲元 富保

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038793

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809263

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液滴吐出ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット記録装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液滴を吐出するノズルが連通する加圧室の少なくとも 1 つの壁面を形成する振動板とこの振動板にギャップを介して対向する電極を備え、前記振動板を静電力で変形させることで前記液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板と電極との間のギャップは前記電極上に形成された犠牲層を前記電極及び前記振動板形成後に除去することにより形成されたものであることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板は二層以上の積層膜で形成されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記電極が部分的に除去されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記電極の下部に空洞を有し、前記ギャップと前記空洞が連通していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記電極の両面に絶縁膜を有し、これらの電極及び絶縁膜の総膜厚が前記積層振動板の膜厚より厚いことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 6】 請求項 1 又は 2 に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、連続配置された複数のギャップ間の隔壁領域で前記振動板が部分的に除去されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドを製造する製造方法であって、前記犠牲層にポリシリコンを用いることを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記ポリシリコンからなる犠牲層膜の上下にシリコン酸化膜を成膜することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 9】 請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドを製造する製造方法であって、前記犠牲層にシリコン酸化膜を用いることを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記シリコン酸化膜からなる犠牲層膜の上下にポリシリコンを成膜することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、インクを供給するインクタンクが一体化されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 12】 インク滴を吐出するインクジェットヘッドを備えたインクジェット記録装置において、前記インクジェットヘッドが請求項 1 ないし 6、11 のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドであることを特徴とするインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は液滴吐出ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

プリンタ、ファクシミリ、複写装置等の画像記録装置或いは画像形成装置として用いるインクジェット記録装置において使用する液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドは、インク滴を吐出する単一又は複数のノズル孔と、このノズル孔が連通する吐出室（加圧室、インク室、液室、加圧液室、圧力室、インク流路等とも称される。）と、吐出室内のインクを加圧する圧力を発生する圧力発生手段とを備えて、圧力発生手段で発生した圧力で吐出室内インクを加圧することによってノズル孔からインク滴を吐出させる。

【0003】

なお、液滴吐出ヘッドとしては、例えば液体レジストを液滴として吐出する液

滴吐出ヘッド、DNAの試料を液滴として吐出する液滴吐出ヘッドなどもあるが、以下ではインクジェットヘッドを中心に説明する。また、液滴吐出ヘッドのアクチュエータ部分を構成するマイクロアクチュエータは、例えばマイクロポンプ、マイクロ光変調デバイスなどの光学デバイス、マイクロスイッチ（マイクロリレー）、マルチ光学レンズのアクチュエータ（光スイッチ）、マイクロ流量計、圧力センサなどにも適用することができる。

【0004】

ところで、液滴吐出ヘッドとしては、圧力発生手段として圧電素子などの電気機械変換素子を用いて吐出室の壁面を形成している振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させるピエゾ型のもの、吐出室内に配設した発熱抵抗体などの電気熱変換素子を用いてインクの膜沸騰でバブルを発生させてインク滴を吐出させるサーマル型のもの、吐出室の壁面を形成する振動板を静電力で変形させることでインク滴を吐出させる静電型のものなどがある。

【0005】

近年、環境問題から鉛フリーであるバブル型、静電型が注目を集め、鉛フリーに加え、低消費電力の観点からも環境に影響が少ない、静電型のものが複数提案されている。

【0006】

この静電型インクジェットヘッドとしては、例えば、特開平6-71882号公報に記載されているように、一对の電極対がエアギャップを介して設けられており、片方の電極が振動板として働き、振動板の対向する電極と反対側にインクが充填されるインク室が形成され、電極間（振動板-電極間）に電圧を印加することによって電極間に静電引力が働き、電極（振動板）が変形し、電圧を除去すると振動板が弾性力によってもとの状態に戻り、その力を用いてインク滴を吐出するものがある。

【0007】

また、特開2001-18383号公報には振動板と電極との微小なギャップを犠牲層エッチングにより形成し、その上に液室基板を接合することでヘッドを構成することが記載されている。また、特開平11-314363号公報には、

ギャップにインクが流入可能な片もち梁又は両もち梁構造の振動板を形成し、高誘電率インクをギャップ内に満たすことで低電圧駆動を可能にしたものが記載されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、振動板と対向する電極とを備えた静電型インクジェットヘッドにあつては、低電圧化のためには電極間のエアギャップを非常に小さくしなければならない。

【0009】

しかしながら、上記特開平6-71882号公報に記載のヘッドでは、エッチングによる凹部形成と陽極接合による振動板基板との接合によりエアギャップを作成しており、そのような微小なギャップを精度良く、バラツキ少なく形成することが非常に困難であり、歩留まりが上がらないといった課題がある。

【0010】

そこで、上記特開2001-18383号公報記載のヘッドでは、ギャップを精度良く形成する方法として犠牲層エッチングによるギャップ形成法を用いているが、犠牲層エッチング用ホールを振動板面に形成しているため、振動板の信頼性が低下する。また、犠牲層エッチング後に絶縁膜でエッチングホールを封鎖する方法を用いているので、ホールを封止する為の絶縁膜を厚く形成する必要があり、振動板剛性が大きくなり駆動電圧が上昇し、且つ振動板剛性がつばらつく要因となるという課題がある。

【0011】

また、上記特開平11-314363号公報記載のヘッドでは、犠牲層エッチングによりギャップを形成しているが、振動板が片もち梁又は両もち梁構造でありギャップと液室が連通した構造になっている。この場合、犠牲層エッチング用のホールを形成する必要が無く、インクがギャップ内に侵入可能なため、高誘電率インクを用いることで実効ギャップを小さくでき低電圧駆動が可能である。しかしながら、ギャップ内のインクに電圧がかかるため、インク成分が凝集を起こす問題が発生しやすく、またギャップ内インクのコンダクタンスにより高速駆動

ができないという課題がある。

【0012】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、特性バラツキが少なく高い信頼性が得られる液滴吐出ヘッド及びその液滴吐出ヘッドの製造方法、この液滴吐出ヘッドを備えることで高画質記録が可能なインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明に係る液滴吐出ヘッドは、振動板と電極との間のギャップは電極上に形成された犠牲層を電極及び振動板形成後に除去することにより形成されたものである構成としたものである。

【0014】

ここで、振動板は二層以上の積層膜で形成されていることが好ましい。また、電極が部分的に除去されていることが好ましい。さらに、電極の下部に空洞を有し、ギャップと空洞が連通していることが好ましい。また、電極の両面に絶縁膜を有し、これらの電極及び絶縁膜の総膜厚が積層振動板の膜厚より厚いことが好ましい。

【0015】

また、連続配置された複数のギャップ間の隔壁領域で前記振動板が部分的に除去されていることが好ましい。

【0016】

本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法は、本発明に係る液滴吐出ヘッドを製造する方法であって、犠牲層にポリシリコンを用いる構成としたものである。ここで、ポリシリコンからなる犠牲層膜の上下にシリコン酸化膜を成膜することが好ましい。

【0017】

また、本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法は、本発明に係る液滴吐出ヘッドを製造する方法であって、犠牲層にシリコン酸化膜を用いる構成としたものである。ここで、シリコン酸化膜からなる犠牲層膜の上下にポリシリコンを成膜す

ることが好ましい。

【0018】

上記本発明に係る液滴吐出ヘッドは、インクを供給するインクタンクが一体化されている構成とすることができる。

【0019】

本発明に係る液滴吐出ヘッドは、インク滴を吐出するインクジェットヘッドを本発明に係る液滴吐出ヘッドである構成としたものである。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明の液滴吐出ヘッドの第1実施形態に係るインクジェットヘッドの分解斜視図で、一部断面図で示している。図2は同ヘッドの振動板短手方向に沿う断面説明図である。

【0021】

このインクジェットヘッドは、インク液滴を基板の面部に設けたノズル孔から吐出させるサイドシュータタイプのものであり、3枚の第1、第2、第3基板1、2、3を重ねて接合した積層構造となっており、第1基板1と第3基板3とを接合することで、インク滴を吐出する複数のノズル孔4が連通する吐出室6、各吐出室6に流体抵抗部7を介してインクを供給する共通液室（共通インク室）8などを形成している。なお、基板の端部に設けたノズル孔からインク滴を吐出させるエッジシュータタイプとすることもできる。

【0022】

中間の第1基板1は、主基板11に底壁を振動板10とする吐出室6を形成するための凹部と、各々の吐出室6にインクを供給するための共通液室8を形成するための凹部を有する。そして、振動板10の下側にはギャップ12を介して振動板10に対向する個別電極14を形成し、これらの振動板10と個別電極14で静電型アクチュエータを構成している。さらに、振動板10と電極14は電氣的に分離されている。

【0023】

ここで、振動板10は、例えば電極14側の窒化膜10aと共通電極となるポリシリコン膜10bとの二層構造の積層膜で形成している。このように、振動板を積層膜で構成することにより、後述するように、このヘッドでは、電極及び振動板形成後に電極上に形成した犠牲層をエッチングしてギャップ12を形成するため、振動板10として電極材料（ここではポリシリコン膜）とエッチングガスに対して選択性の高い絶縁膜（ここでは窒化膜）を保護膜として積層することで、エッチングガスに対して選択性の低い電極材料でも使うことが可能となり、プロセスの選択幅を広げることができ、低コスト化を図れる。

【0024】

また、ギャップ12は電極14上に形成した犠牲層を電極14及び振動板10を形成した後に除去することで形成したものであり、これにより、ギャップ12を犠牲層の成膜厚さで制御でき、ギャップ12のバラツキが低減する。

【0025】

さらに、電極14の上面（振動板10側表面）には絶縁膜13を形成し、電極14の下面（振動板10側と反対側の表面）には絶縁膜15を形成して、電極14の両面に絶縁膜を形成している。この絶縁膜15は電極14、14間（各チャンネル間）の隔壁部も形成している。

【0026】

この場合、これらの電極14及び絶縁膜13、15の総膜厚は積層振動板10の膜厚より厚く、特に3倍以上厚くすることが好ましい。このように、個別電極を上下から絶縁膜に挟み、且つそのトータル膜厚を振動板の膜厚より厚く、特に3倍以上にすることで、振動板剛性に対し電極部が十分な剛性を有する構造とすることができ、信頼性及び安定性が向上する。

【0027】

第1基板1の下面に接合される第2基板2は、第1基板1を保護するための保護基板である。同様の機能を有する別の台座に直接実装される場合は、この第2の基板2はなくてもかまわない。

【0028】

この第2基板2にはギャップ12に対応して個別電極14の下部に空洞を形成

するための凹部 1 6 を形成し、各凹部 1 6、1 6 間は連通溝 1 7 で連通させている。また、個別電極 1 4 は部分的に除去して連通孔 1 8 を形成し、ギャップ 1 2 を連通孔 1 8 を介して凹部 1 6 で形成される空洞に連通させている。

【0 0 2 9】

これにより、個別電極下部の空洞とギャップを連通させ、空洞はギャップに存在する気体が振動板の変位により圧縮を受ける再ダンパーとして働き、振動板変位時のギャップ内圧力上昇を低減でき、これにより駆動電圧を低減できる。

【0 0 3 0】

また、この連通孔 1 8 は電極 1 4 及び振動板 1 0 形成後に電極 1 4 上に形成した犠牲層をエッチングしてギャップ 1 2 を形成するとき、犠牲層エッチング孔としても機能する。これにより、個別電極面全体から犠牲層をエッチング除去することができ、エッチングガスが犠牲層領域に供給されやすくなり極端に長いオーバーエッチングを低減できるため、ヘッドの信頼性を向上でき、またプロセスタイムを短縮できてコスト低減も図れる。

【0 0 3 1】

さらに、第 2 基板 2 には気圧補正用凹部 2 0 を形成して、この気圧補正用凹部 2 0 を外部に連通する連通孔 2 1 を形成し、一方、第 1 基板 1 には気圧補正用凹部 2 0 の壁面を形成する気圧補正用可動板 2 2 を形成している。

【0 0 3 2】

このように、第 2 基板 2 に気圧補正用凹部 2 0 を設けて、これを外部に連通する連通孔 2 1 を形成しておくことで、連通孔 2 1 を介して気圧補正用凹部 2 0、凹部 1 6、ギャップ 1 2 内にドライエアー等を封じ込めた後連通孔 2 1 を閉塞することができて、外部環境に影響を受けない構成とすることができ、液滴吐出ヘッドの信頼性をより高めることが可能である。

【0 0 3 3】

なお、気圧補正用凹部 2 0 に臨む気圧補正用可動板 2 2 は、振動板剛性を低くするためヘッド部の振動板 1 0 よりも短辺長が大きいサイズに形成することが好ましく、また、外気の圧力変動に対してヘッド部の振動板 1 0 よりも敏感に変位するように形成することが好ましい。

【0034】

また、第1基板1の上面に接合される第3基板3には、厚さ50ミクロンのニッケル基板を用い、基板3の面部に、吐出室6と連通するようにそれぞれノズル孔4、共通液室8と吐出室6を連通させる流体抵抗となる溝7を設け、また共通インク室8と連通するようにインク供給口9を設けている。

【0035】

このように構成したインクジェットヘッドの動作を説明する。吐出室6がインクにより満たされた状態で個別電極14に発振回路（駆動回路）から40Vのパルス電位を印加すると、個別電極14の表面がプラス電位に帯電し、振動板10との間に静電力が作用して、振動板10が個別電極14側に撓むことになる。これにより、吐出室6内の圧力が低下して、共通液室8から流体抵抗部7を介して吐出室6内にインクが流入する。

【0036】

その後、個別電極14へのパルス電圧を0Vにすると静電気力により下方へ撓んだ振動板10が自身の剛性により元に戻る。その結果、吐出室6内の圧力が急激に上昇し、ノズル孔4より図2に示すようにインク液滴23を記録紙24に向けて吐出する。これを繰り返すことによりインク滴を連続的に吐出することができる。

【0037】

ここで、電極である振動板10と個別電極14との間に働く力Fは、次の（1）式に示すように電極間距離dの2乗に反比例して大きくなる。低電圧で駆動するためには個別電極14と振動板10のギャップ12の間隔（ギャップ長）を狭く形成することが重要となる。

【0038】

【数1】

$$F = \frac{1}{2} \cdot \frac{\epsilon S}{d^2} V^2 \quad \cdots \cdots (1)$$

【0039】

なお、(1)式において、 F ：電極間に働く力、 ϵ ：誘電率、 S ：電極の対向する面の面積、 d ：電極間距離、 V ：印加電圧である。

【0040】

次に、このインクジェットヘッドの製造方法の第1実施形態について図3ないし図5を参照して説明する。なお、図3及び図4は同製造方法の説明に供する断面説明図、図5は同じく平面説明図である。

【0041】

本実施形態においては、後に液室（吐出室）6を形成する第1基板1に振動板材料及び電極材料を成膜していくことで静電型アクチュエータを作製する。

先ず、図3（a）に示すように、第1基板1を構成する主基板11となる面方位（110）のシリコン基板31の表面に振動板10となる窒化膜10aを0.2 μm 厚み及び共通電極となるポリシリコン膜10bを0.1 μm 厚み、更に本実施形態では酸化膜10cを0.8 μm 厚みにそれぞれ成膜する。

【0042】

なお、膜厚については上記の値に限らず、ギャップ間隔及び振動板短辺長による振動板剛性を考慮して最適な値に設定すればよい。また、共通電極は絶縁膜（ここでは、窒化膜10aと酸化膜10c）に挟まれた構成となっているので導電性の膜であればほとんど膜が使用可能である。

【0043】

そして、酸化膜10c上にポリシリコン32を0.5 μm 厚みに成膜する。ポリシリコン32は犠牲層として用いるための材料で、この膜厚がギャップ間隔となるため、前記振動板材料の膜厚と同様に上記の値に限らず最適な膜厚に設定すればよい。

【0044】

さらに、ポリシリコン32上に絶縁膜13となる酸化膜33及び個別電極14を成膜する。個別電極14の材料としては、ポリシリコンやAl、TiN、Ti、W、ITOなどを用いることができる。

【0045】

次いで、個別電極 14 をリソ／エッチ法により電極形状にパターンニングし、また酸化膜 33 及びポリシリコン 32 も所要の形状にパターンニングする。

【0046】

そして、同図 (b) に示すように、個別電極 14 表面及び露出している酸化膜 10c 表面などを含めて酸化膜 33 上に CVD 法により絶縁膜 15 となる酸化膜 35 を $5\mu\text{m}$ 厚みに成膜し、CMP 法により約 $1\mu\text{m}$ の研磨を行なって表面を平坦化する。ここで、CMP 法による平坦化は必ずしも必要なわけではない。また酸化膜 35 の膜厚は振動板 10 の膜厚よりも十分に厚い膜厚とし、酸化膜 33 及び個別電極 14 及び並びに酸化膜 35 の総膜厚の膜剛性が少なくとも積層膜からなる振動板 10 の剛性の 10 倍以上となる膜厚とすることが好ましい。

【0047】

次に、同図 (c) 及び図 5 に示すように、犠牲層であるポリシリコン 32 を除去するための除去孔 (連通孔) 18 を形成するため、リソ／エッチ法により酸化膜 33、個別電極 14、酸化膜 35 をパターンニングする。なお、個別電極 14 には図 5 に示すように電極パッド部 14a も形成する。その後、酸化を行なって除去孔 18 の側面に露出した個別電極 14 表面に酸化膜を形成し、 SF_6 を用いた等方性のドライエッチングによりポリシリコン 32 を除去する。

【0048】

ここで、犠牲層であるポリシリコン 32 の周りを酸化膜 35 で囲んだ構造としているため、酸化膜 35 に対して選択性の高い犠牲層エッチング条件で犠牲層を除去でき、ギャップを精度良く形成することができる。犠牲層であるポリシリコン 32 の除去方法としては、 TMAH を用いたウェットエッチングでも良いし、 XF_2 ガスを用いた常圧ドライエッチングでも良い。

【0049】

また、ここでは、図 5 に示すように、格子状に犠牲層除去孔 18 を配置しているが、犠牲層除去孔 18 は犠牲層を効率よく除去するために電極面に均一に配置されていればよく、配置パターンはこの限りではない。ただし、除去孔 18 を数多く配置することは個別電極 14 の面積を低下させることにつながり電極間の静電力を弱めることになるため、犠牲層除去プロセスとの整合を図り、数、形状、

寸法等最適な配置を選択する必要がある。

【0050】

その後、図4(a)に示すように、ギャップ12に対応する部分に凹部16及び連通溝17を形成した保護基板(第2基板)2を接着剤36によりシリコン基板31に貼り合わせ、基板1表面に窒化膜37を成膜し、リソ/エッチ法により液室パターンに窒化膜37に形成し、同図(b)に示すように窒化膜37のパターンをマスクとしてKOHによるウェットエッチングでシリコン基板31に吐出室(液室)6を形成する。

【0051】

なお、液室6の形成はSF₆ガスを用いたICPエッチングによるドライエッチングで形成することも可能であるが、この場合、マスクは窒化膜37に代えて酸化膜とし、窒化膜10a成膜前に酸化膜10cを成膜して3層構造の積層振動板にしておくことで、酸化膜をマスクとして液室6の形成が可能となる。また、この場合、シリコン基板31を面方位(100)の基板とすることができ、材料コストを下げることができる。

【0052】

このように、ポリシリコンを犠牲層として使用することにより、半導体製造で使用されているエッチング材料を用いて犠牲層除去が可能になり、また上下に対エッチング性の高いシリコン酸化膜を成膜することでバラツキの少ない製造プロセスとすることができて、低コストでの大量生産が可能となる。

【0053】

また、犠牲層としてポリシリコンに代えて、シリコン酸化膜を用いることもできる。この場合はシリコン酸化膜の保護膜としてポリシリコンを用いることが好ましい。この場合、犠牲層酸化膜をウェットエッチ法、HFベーパー法、ケミカルドライエッチング法などにより除去後、保護膜としてポリシリコン表面を酸化することで絶縁層を形成する。

【0054】

このように、シリコン酸化膜を犠牲層として使用することにより、半導体製造で使用されているエッチング材料を用いて犠牲層除去が可能であり、また上下に

対エッチング性の高いポリシリコン膜を成膜することでバラツキの少ない製造プロセスとすることができ、低コストでの大量生産が可能となる。

【0055】

また、犠牲層酸としてレジストを用いて O_2 プラズマや剥離液で除去する方法、犠牲層に高分子材料を用いて有機系剥離液で除去する方法、犠牲層にアルミを用いて KOH などの薬液で除去する方法、犠牲層に TiN を用いて NH_3OH と H_2O_2 混合液などの薬液で除去する方法等色々な組み合わせで同様のプロセスを組み立てることができる。

【0056】

なお、図では省略したが、最後にノズル板3を基板31表面に張り合わせることで静電型液滴吐出ヘッドが完成する。

【0057】

上記製造工程により作製された液滴吐出ヘッドは、犠牲層膜厚によりギャップ間隔を規定するため、精度良く、且つバラツキの少ないギャップ形成が可能である。また、直接接合や陽極接合などが必要なく、大半を半導体プロセスで作成できるため、歩留まり良く安定した液滴吐出ヘッドを製造することができる。

【0058】

次に、本発明に係る液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドの第2実施形態についてその製造方法の第2実施形態とともに図6ないし図8を参照して説明する。なお、図6及び図7は同製造方法の説明に供する断面説明図、図8は同じく平面説明図である。

【0059】

本実施形態では、振動板面から犠牲層を除去し、感光性ポリイミドにより犠牲層除去孔の封止と液室形成を行なっている。

まず、図6(a)に示すように、面方位(100)のシリコン基板41に熱酸化膜45を約 $1.0\mu m$ の厚みに形成してから個別電極となるポリシリコン44を $0.5\mu m$ の厚みに成膜する。このポリシリコン44に低抵抗化のために燐をドーピング後、リソエッチ法により電極分離溝44bを形成した後、高温酸化膜(HTO膜)43を $0.25\mu m$ 厚みに成膜する。なお、個別電極となるポリシリコ

ン44には図8に示すように電極パッド部44aも形成する。

【0060】

次いで、図7(b)に示すように、HTO膜43上に犠牲層となるポリシリコン42を0.5 μ m厚みに成膜した後、リソエッチ法により分離溝42aを形成し、さらに高温酸化膜(HTO膜)50cを0.1 μ m厚みに成膜する。

【0061】

さらに、同図(c)に示すように、共通電極となるポリシリコン50bを0.5 μ m厚みに、次いで振動板保護膜となる酸化膜50aを0.5 μ m厚みに成膜する。その後、リソエッチ法により犠牲層除去孔51を後に液室間隔壁となる領域に形成するために、犠牲層除去孔51よりオーバーサイズしたパターンをリソエッチ法により形成し、酸化膜50a、ポリシリコン50bの順にエッチングを行なう。その後、酸化を行なって除去孔51の側面に露出したポリシリコン50b表面に酸化膜50b1を形成する。

【0062】

その後、図7(a)及び図8に示すように、リソエッチ法により除去孔51のパターニングを行ない酸化膜50cをエッチング除去し、SF₆を用いた等方性のドライエッチングにより犠牲層42を除去してギャップ52を形成する。なお、前記第1実施形態と同様にTMAHを用いたウェットエッチングでも良いし、XF₂ガスを用いた常圧ドライエッチングでも良い。

【0063】

次いで、図7(b)に示すように、液室間隔壁となる部分に感光性ポリイミド53をスピンコートにより100 μ m厚みに成膜し、犠牲層除去孔51の封止及び露光現像による液室56のパターンを形成を行う。その後、350℃-5時間ベークを行ないポリイミド53を硬化させ液室間隔壁とする。

【0064】

なお、図では省略したが、最後にノズル板3をポリイミド53表面に貼り合わせることで静電型液滴吐出ヘッドが完成する。

【0065】

この場合、振動板50は、酸化膜50a、ポリシリコン50b及びHTO膜5

0 cで構成され、この振動板5 0はギャップ5 2間の隔壁領域に対応する液室間隔壁の領域において除去孔5 1により部分的に除去された構造となる。

【0 0 6 6】

すなわち、隔壁領域において犠牲層除去孔を形成するために振動板が部分的に除去されているので、吐出室の一方の壁を構成する振動板に影響せずに犠牲層を除去でき、信頼性の高い液滴吐出ヘッドとすることができ、また、下部電極を保護する保護基板も必要が無いためより低コスト化を図れる。

【0 0 6 7】

また、上記製造工程により作製した液滴吐出ヘッドは、犠牲層膜厚によりギャップ間隔を規定するため、精度良く、且つバラツキの少ないギャップ形成が可能である。また、直接接合や陽極接合などが必要なく、2枚の基板で液滴吐出ヘッドを構成することができ、一層の低コストなヘッドを作成できる。また、大半を半導体プロセスで作成できるため、歩留まり良く安定した液滴吐出ヘッドが得られる。

【0 0 6 8】

次に、本発明に係る液滴吐出ヘッドのインクカートリッジ一体型ヘッドについて図9を参照して説明する。

このインクカートリッジ一体型ヘッド1 0 0は、ノズル孔1 0 1等を有する上記各実施形態のいずれかのインクジェットヘッド1 0 2と、このインクジェットヘッド1 0 1に対してインクを供給するインクタンク1 0 3とを一体化したものである。

【0 0 6 9】

このように本発明に係る液滴吐出ヘッドにインクを供給するインクタンクを一体化することにより、滴吐出効率が高く、安定した滴吐出特性が得られる液滴吐出ヘッドを一体化したインクカートリッジ（インクタンク一体型ヘッド）が得られる。

【0 0 7 0】

次に、本発明に係るインクジェットヘッド（ヘッド一体型のインクカートリッジを含む。）を搭載したインクジェット記録装置の機構の一例について図1 0及

び図 11 を参照して説明する。なお、図 11 は同記録装置の斜視説明図、図 12 は同記録装置の機構部の側面説明図である。

【0071】

このインクジェット記録装置は、記録装置本体 111 の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ、キャリッジに搭載した本発明に係るインクジェットヘッドからなる記録ヘッド、記録ヘッドへインクを供給するインクカートリッジ等で構成される印字機構部 112 等を収納し、装置本体 111 の下方部には前方側から多数枚の用紙 113 を積載可能な給紙カセット（或いは給紙トレイでもよい。）114 を抜き差し自在に装着することができ、また、用紙 113 を手差しで給紙するための手差しトレイ 115 を開倒することができ、給紙カセット 114 或いは手差しトレイ 115 から給送される用紙 113 を取り込み、印字機構部 112 によって所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ 116 に排紙する。

【0072】

印字機構部 112 は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド 121 と従ガイドロッド 122 とでキャリッジ 123 を主走査方向（図 15 で紙面垂直方向）に摺動自在に保持し、このキャリッジ 123 にはイエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、ブラック（Bk）の各色のインク滴を吐出する本発明に係る液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドからなるヘッド 124 を複数のインク吐出口を主走査方向と交叉する方向に配列し、インク滴吐出方向を下方に向けて装着している。またキャリッジ 123 にはヘッド 124 に各色のインクを供給するための各インクカートリッジ 125 を交換可能に装着している。

【0073】

インクカートリッジ 125 は上方に大気と連通する大気口、下方にはインクジェットヘッドへインクを供給する供給口を、内部にはインクが充填された多孔質体を有しており、多孔質体の毛管力によりインクジェットヘッドへ供給されるインクをわずかな負圧に維持している。

【0074】

また、記録ヘッドとしてここでは各色のヘッド124を用いているが、各色のインク滴を吐出するノズルを有する1個のヘッドでもよい。

【0075】

ここで、キャリッジ123は後方側（用紙搬送方向下流側）を主ガイドロッド121に摺動自在に嵌装し、前方側（用紙搬送方向上流側）を従ガイドロッド122に摺動自在に載置している。そして、このキャリッジ123を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ127で回転駆動される駆動プーリ128と従動プーリ129との間にタイミングベルト130を張装し、このタイミングベルト130をキャリッジ123に固定しており、主走査モーター127の正逆回転によりキャリッジ123が往復駆動される。

【0076】

一方、給紙カセット114にセットした用紙113をヘッド124の下方側に搬送するために、給紙カセット114から用紙113を分離給装する給紙ローラ131及びフリクションパッド132と、用紙113を案内するガイド部材133と、給紙された用紙113を反転させて搬送する搬送ローラ134と、この搬送ローラ134の周面に押し付けられる搬送コロ135及び搬送ローラ134からの用紙113の送り出し角度を規定する先端コロ136とを設けている。搬送ローラ134は副走査モータ137によってギヤ列を介して回転駆動される。

【0077】

そして、キャリッジ123の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ134から送り出された用紙113を記録ヘッド124の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材139を設けている。この印写受け部材139の用紙搬送方向下流側には、用紙113を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コロ141、拍車142を設け、さらに用紙113を排紙トレイ116に送り出す排紙ローラ143及び拍車144と、排紙経路を形成するガイド部材145、146とを配設している。

【0078】

記録時には、キャリッジ123を移動させながら画像信号に応じて記録ヘッド124を駆動することにより、停止している用紙113にインクを吐出して1行

分を記録し、用紙113を所定量搬送後次の行の記録を行う。記録終了信号または、用紙113の後端が記録領域に到達した信号を受けることにより、記録動作を終了させ用紙113を排紙する。この場合、ヘッド124を構成する本発明に係るインクジェットヘッドはインク滴噴射の制御性が向上し、特性変動が抑制されているので、安定して高い画像品質の画像を記録することができる。

【0079】

また、キャリッジ123の移動方向右端側の記録領域を外れた位置には、ヘッド124の吐出不良を回復するための回復装置147を配置している。回復装置147はキャップ手段と吸引手段とクリーニング手段を有している。キャリッジ123は印字待機中にはこの回復装置147側に移動されてキャッピング手段でヘッド124をキャッピングされ、吐出口部を湿潤状態に保つことによりインク乾燥による吐出不良を防止する。また、記録途中などに記録と関係しないインクを吐出することにより、全ての吐出口のインク粘度を一定にし、安定した吐出性能を維持する。

【0080】

吐出不良が発生した場合等には、キャッピング手段でヘッド124の吐出口（ノズル）を密封し、チューブを通して吸引手段で吐出口からインクとともに気泡等を吸い出し、吐出口面に付着したインクやゴミ等はクリーニング手段により除去され吐出不良が回復される。また、吸引されたインクは、本体下部に設置された廃インク溜（不図示）に排出され、廃インク溜内部のインク吸収体に吸収保持される。

【0081】

このように、このインクジェット記録装置においては本発明に係る液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドを搭載しているので、低コストで高い画像品質の画像を記録できる記録装置が得られる。

【0082】

次に、本発明に係る液滴吐出ヘッドのアクチュエータ部分を適用したマイクロデバイスとしてのマイクロポンプについて図12を参照して説明する。なお、同図は同マイクロポンプの要部断面説明図である。

このマイクロポンプは、流路基板201とアクチュエータ基板202とを有している。流路基板201には流体が流れる流路203を形成している。アクチュエータ基板202は、支持基板210上に、流路201の壁面を形成する変形可能な可動板204（ヘッドの振動板に相当する。）と、この可動板204の可動部分204a（固定されていない部分）にギャップ205を介して対向する電極206とを有する。

【0083】

可動板204は詳細な図示を省略しているが、前記インクジェットヘッドの実施形態で説明したと同様に、共通電極材料の膜両面を絶縁膜で挟んだ積層膜で形成している。また、電極206の両面にもそれぞれ絶縁膜207、208を形成している。

【0084】

このマイクロポンプの動作原理を説明すると、前述したインクジェットヘッドの場合と同様に、電極206に対して選択的にパルス電位を与えることによって可動板204との間で静電吸引力が生じるので、可動板204の可動部分204aが電極206側に変形する。ここで、可動板204の可動部分204aを図中右側から順次駆動することによって流路203内の流体は、矢印方向へ流れが生じ、流体の輸送が可能となる。

【0085】

この場合、本発明に係る液滴吐出ヘッドのアクチュエータを備えることで、小型で低消費電力のマイクロポンプを得られる。なお、ここでは可動板の可動部分が複数ある例を示したが、可動部分は1つでも良い。また、輸送効率を上げるために、可動部分間に1又は複数の弁、例えば逆止弁などを設けることもできる。

【0086】

次に、本発明に係る液滴吐出ヘッドのアクチュエータ部分を適用した光学デバイスの一例について図13を参照して説明する。なお、同図は同デバイスの概略構成図である。

この光学デバイスは、変形可能なミラー301を含むアクチュエータ基板302を有している。ミラー301の表面は反射率を増加させるため誘電体多層膜や

金属膜を形成すると良い。

【0087】

アクチュエータ基板302は、支持基板310上に、変形可能なミラー301（ヘッドの振動板に相当する。）と、このミラー301の可動部分301a（固定されていない部分）にギャップ305を介して対向する電極306とを有する。なお、電極306の両面にはそれぞれ絶縁膜307、308を形成している。

【0088】

この光学デバイスの原理を説明すると、前述したインクジェットヘッドの場合と同様に、電極306に対して選択的にパルス電位を与えることによって、電極306と対向するミラー301の可動部分301a間で静電吸引力が生じるので、ミラー301の可動部分301aが凹状に変形して凹面ミラーとなる。したがって、光源310からの光がレンズ311を介してミラー301に照射した場合、ミラー301を駆動しないときには、光は入射角と同じ角度で反射するが、ミラー301の可動部分301aを駆動した場合はその可動部分301aが凹面ミラーとなるので反射光は発散光となる。これにより光変調デバイスが実現できる。

【0089】

そして、本発明の液滴吐出ヘッドのアクチュエータを備えることで小型で低消費電力の光学デバイスを得ることができる。

【0090】

そこで、この光学デバイスを応用した例を図14をも参照して説明する。この例は、上述した光学デバイスを2次元に配列し、各ミラー301の可動部分301aを独立して駆動するようにしたものである。なお、ここでは、4×4の配列を示しているが、これ以上配列することも可能である。

【0091】

したがって、前述した図13と同様に、光源310からの光はレンズ311を介してミラー301に照射され、ミラー301を駆動していないところに入射した光は、投影用レンズ312へ入射する。一方、電極306に電圧を印加してミラー301の可動部分301aを変形させているところは凹面ミラーとなるので

光は発散し投影用レンズ 312 にほとんど入射しない。この投影用レンズ 312 に入射した光はスクリーン（図示しない）などに投影され、スクリーンに画像を表示することができる。

【0092】

なお、上記実施形態においては、液滴吐出ヘッドとしてインクジェットヘッドに適用した例で説明したが、インクジェットヘッド以外の液滴吐出ヘッドとして、例えば、液体レジストを液滴として吐出する液滴吐出ヘッド、DNAの試料を液滴として吐出する液滴吐出ヘッドなどの他の液滴吐出ヘッドにも適用できる。また、液滴吐出ヘッドを構成するアクチュエータは、マイクロポンプ、光学デバイス（光変調デバイス）以外にも、マイクロスイッチ（マイクロリレー）、マルチ光学レンズのアクチュエータ（光スイッチ）、マイクロ流量計、圧力センサなどにも適用することができる。

【0093】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、振動板と電極との間のギャップは電極上に形成された犠牲層を電極及び振動板形成後に除去することにより形成されたので、ギャップのバラツキが低減して特性のバラツキが少なく高い信頼性が得られる。

【0094】

本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法は、本発明に係る液滴吐出ヘッドを製造する方法であって、犠牲層にポリシリコン又はシリコン酸化膜を用いる構成としたので、ヘッドの低コスト化を図れる。

【0095】

本発明に係るインクジェット記録装置によれば、インク滴を吐出するインクジェットヘッドが本発明に係る液滴吐出ヘッドである構成としたので、高画質記録を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の液滴吐出ヘッドの第1実施形態に係るインクジェットヘッドの分解斜

視説明図

【図 2】

同ヘッドの振動板短手方向に沿う断面説明図

【図 3】

本発明の液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドの製造方法の第 1 実施形態の説明に供する断面説明図

【図 4】

図 3 に続く工程を説明する断面説明図

【図 5】

同工程の説明に供する平面説明図

【図 6】

本発明の液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッド及びその製造方法の第 2 実施形態の説明に供する断面説明図

【図 7】

図 6 に続く工程を説明する断面説明図

【図 8】

同工程の説明に供する平面説明図

【図 9】

本発明に係る液滴吐出ヘッドを含むインクカートリッジ一体型ヘッドの説明に供する斜視説明図

【図 10】

本発明に係るインクジェット記録装置の一例を説明する斜視説明図

【図 11】

同記録装置の機構部の説明図

【図 12】

本発明に係る液滴吐出ヘッドのアクチュエータ部分を適用したマイクロポンプの一例を説明する説明図

【図 13】

本発明に係る液滴吐出ヘッドのアクチュエータ部分を適用した光学デバイスの

一例を説明する説明図

【図 14】

同光学デバイスを用いた光変調デバイスの一例を説明する斜視説明図

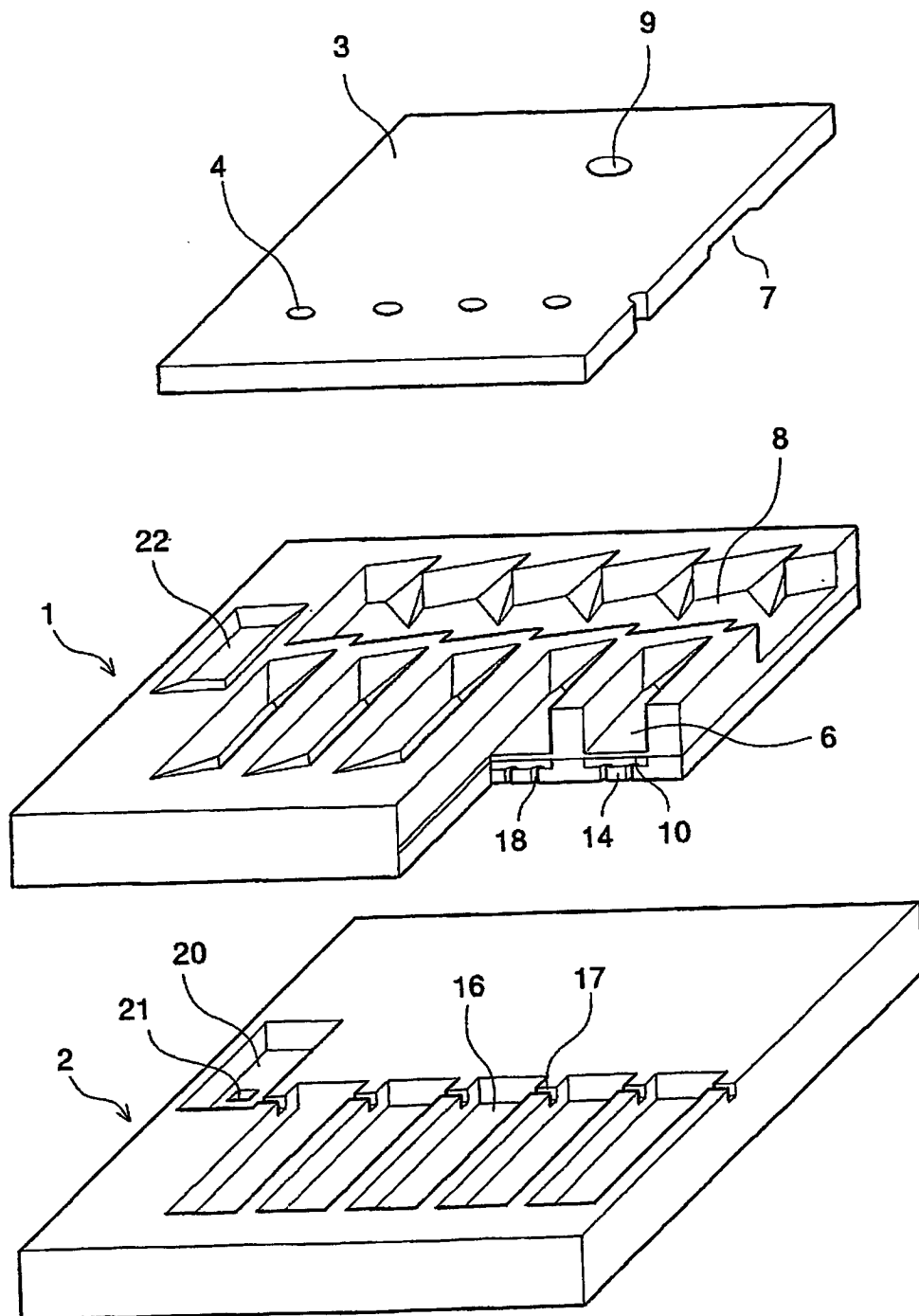
【符号の説明】

1…第1基板、2…第2基板、3…ノズル板、4…ノズル孔、6…吐出室、7…流体抵抗部、8…共通液室、10…振動板、12…ギャップ、14…電極、100…インクカートリッジ一体型ヘッド、124…記録ヘッド、201…流路基板、203…流路、204a…可動部分、206…電極、301…ミラー、304a…可動部分、306…電極。

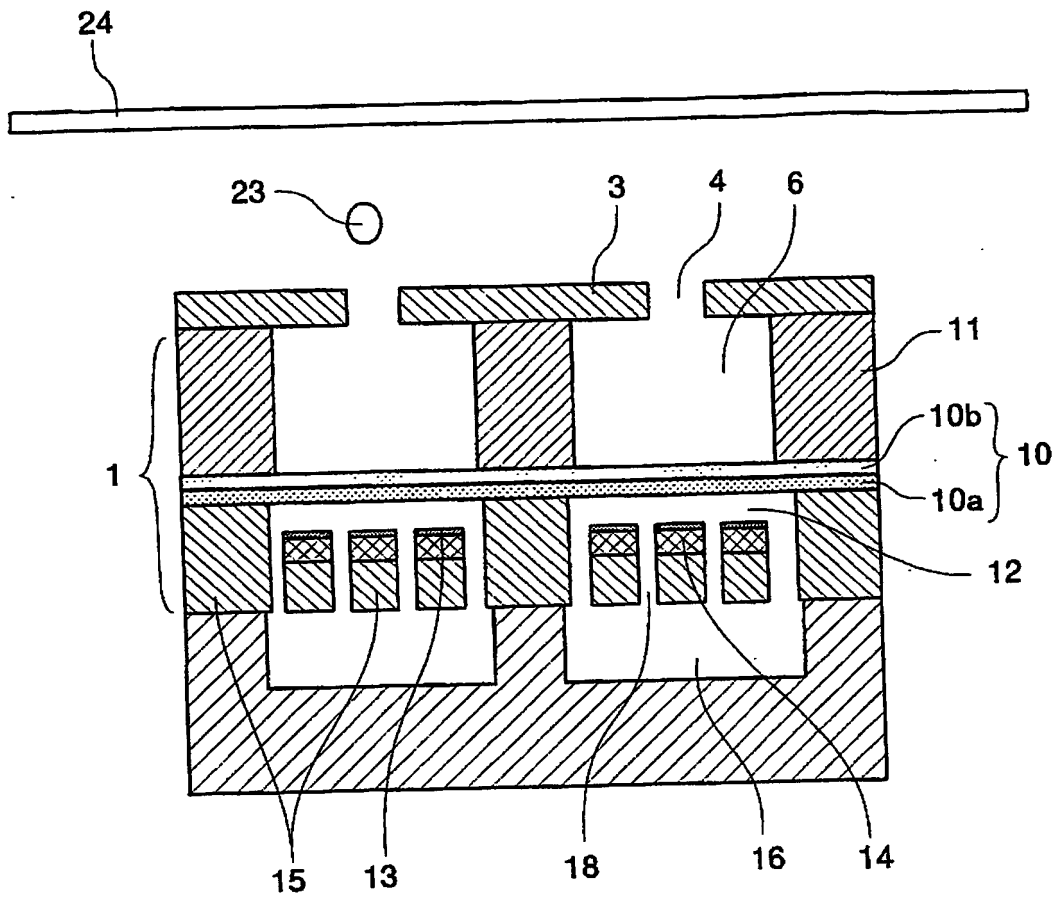
【書類名】

図面

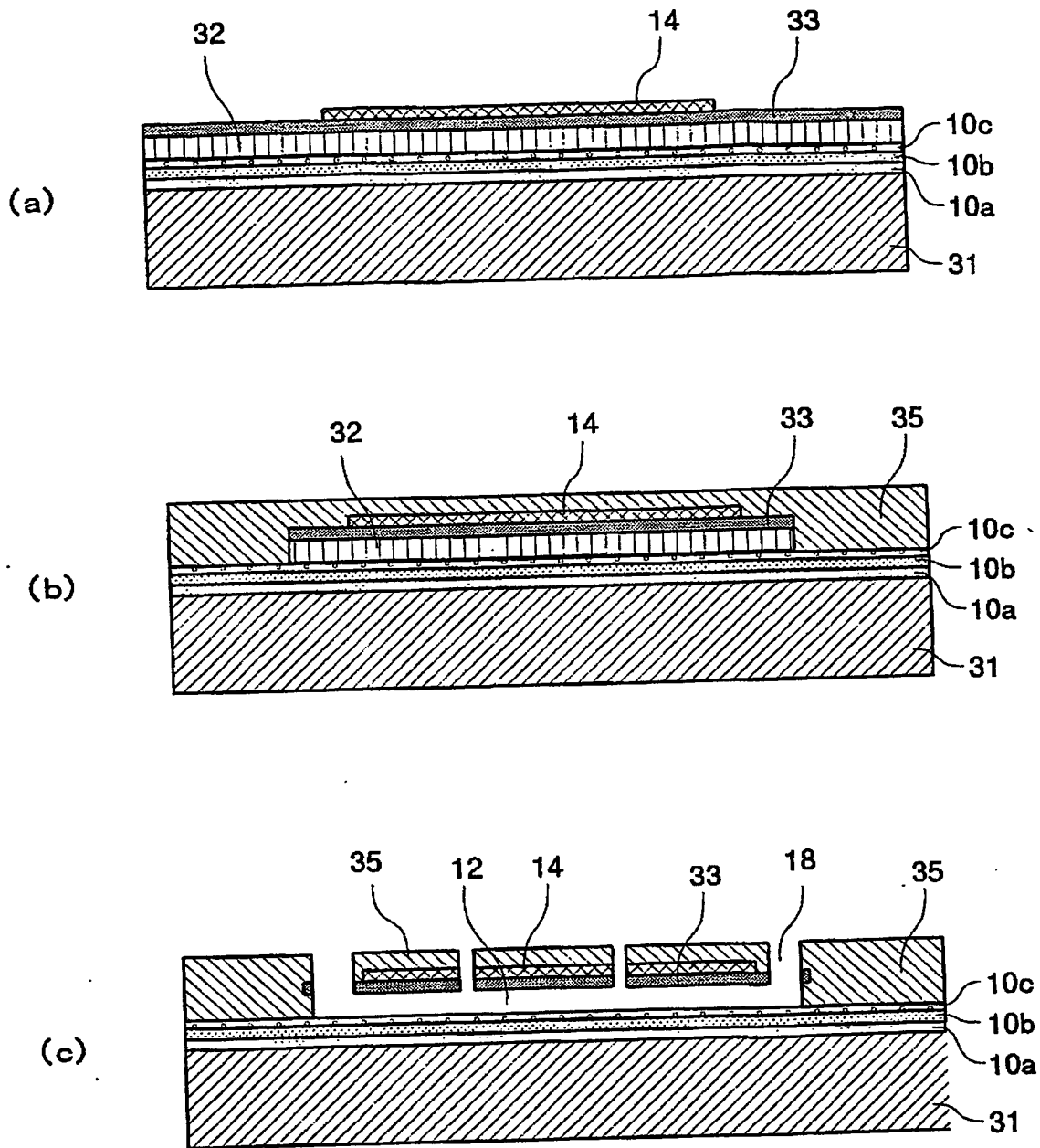
【図1】



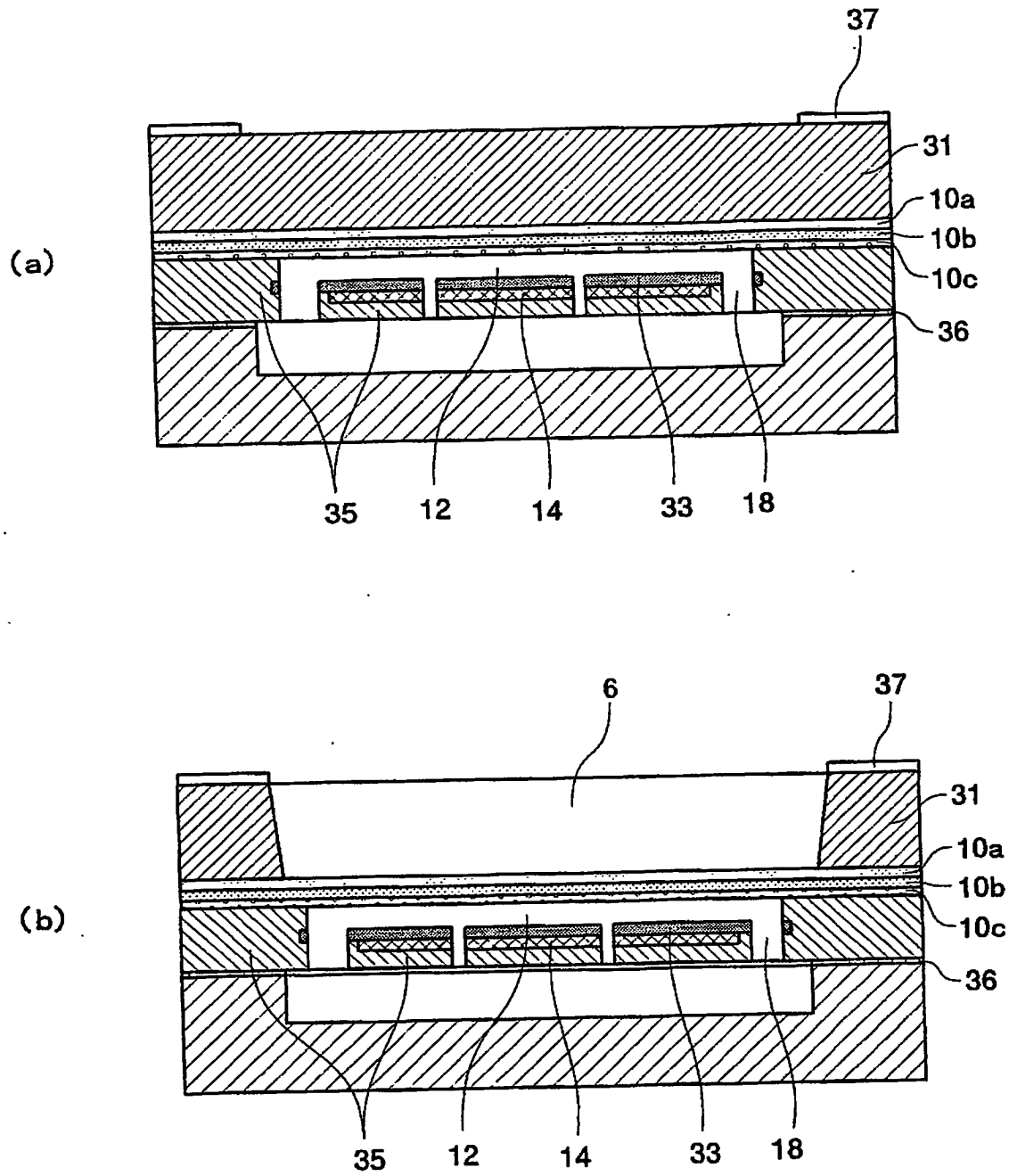
【図2】



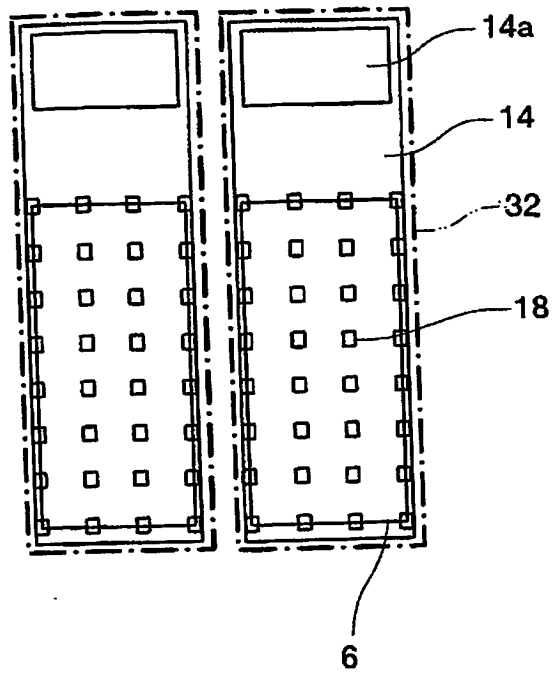
【図 3】



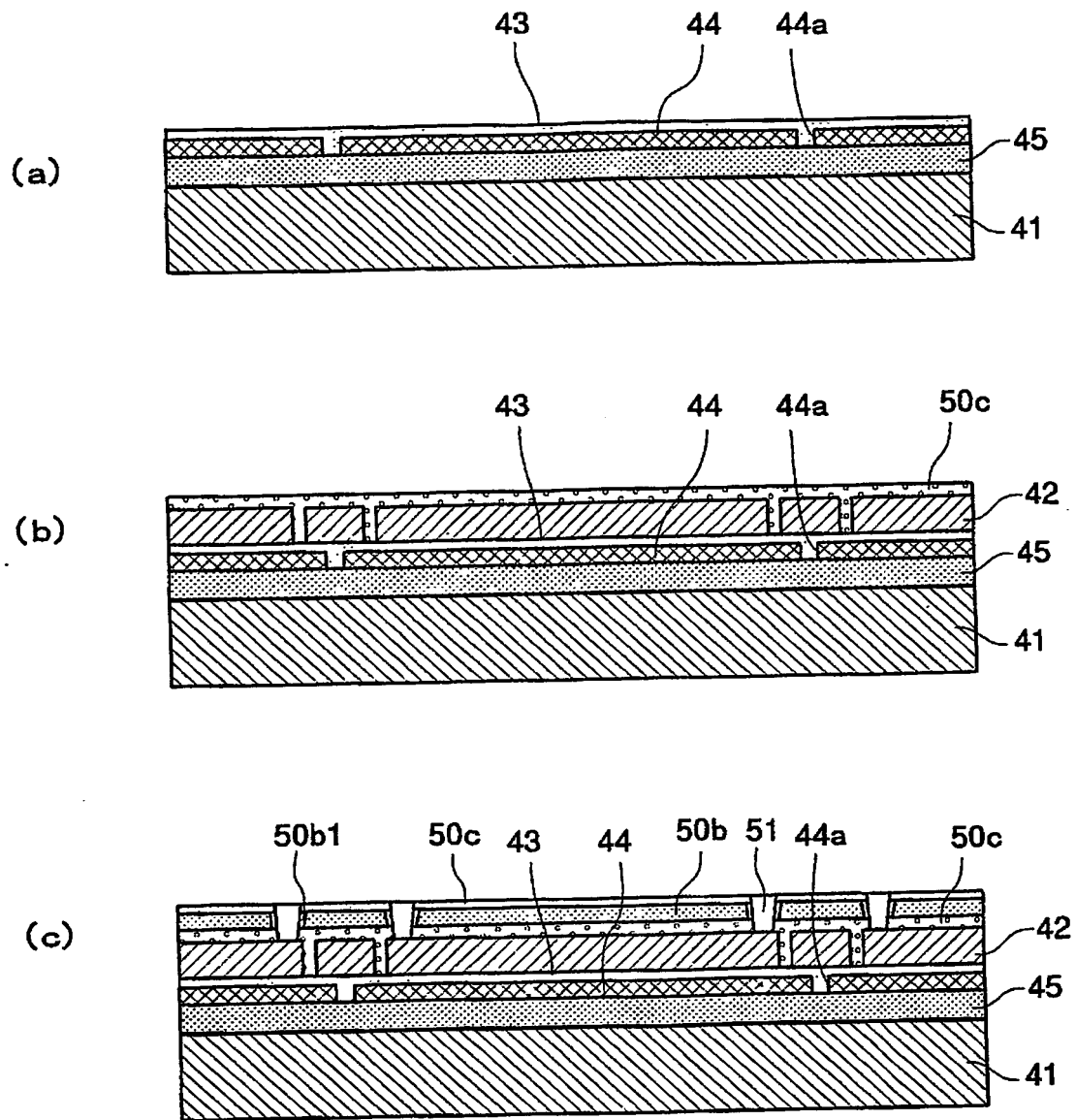
【図 4】



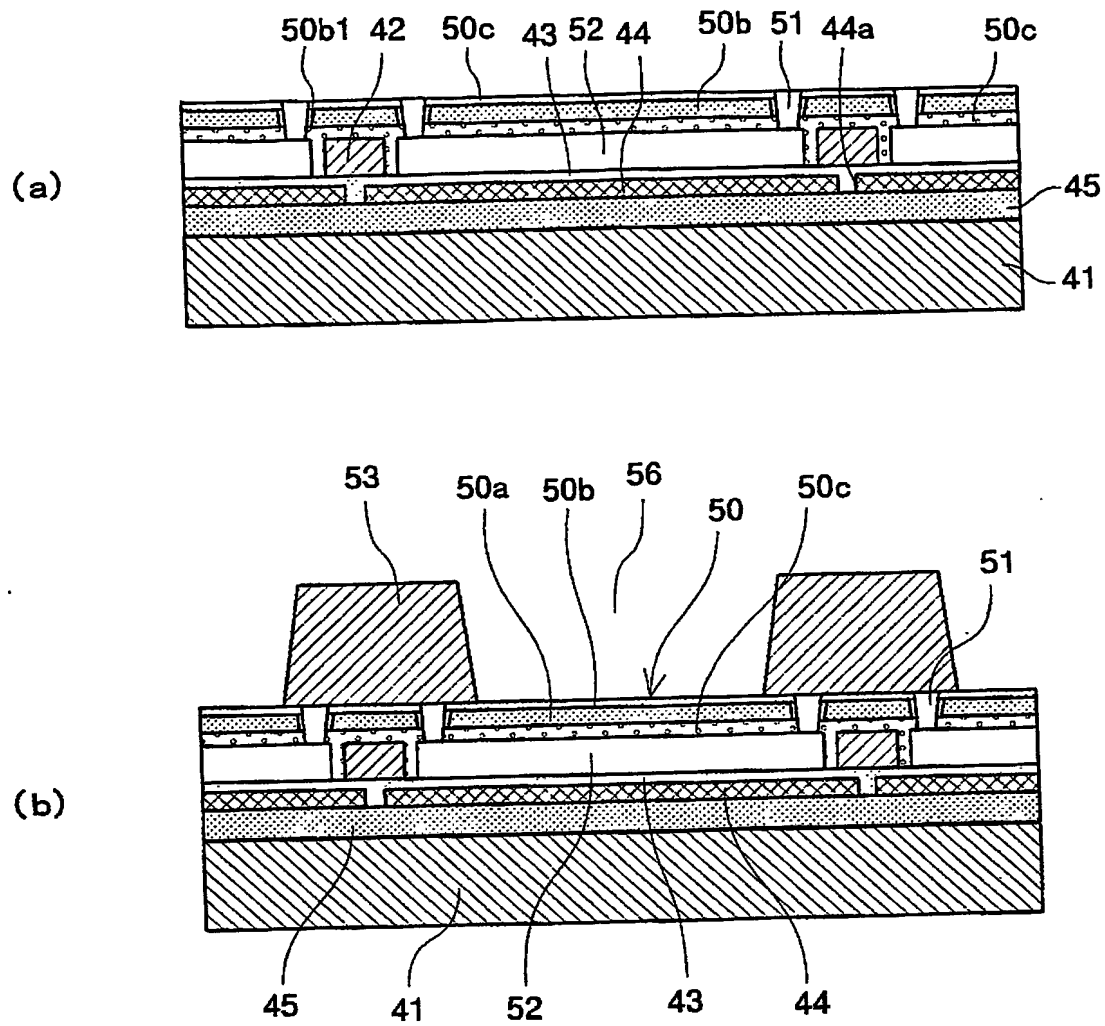
【図 5】



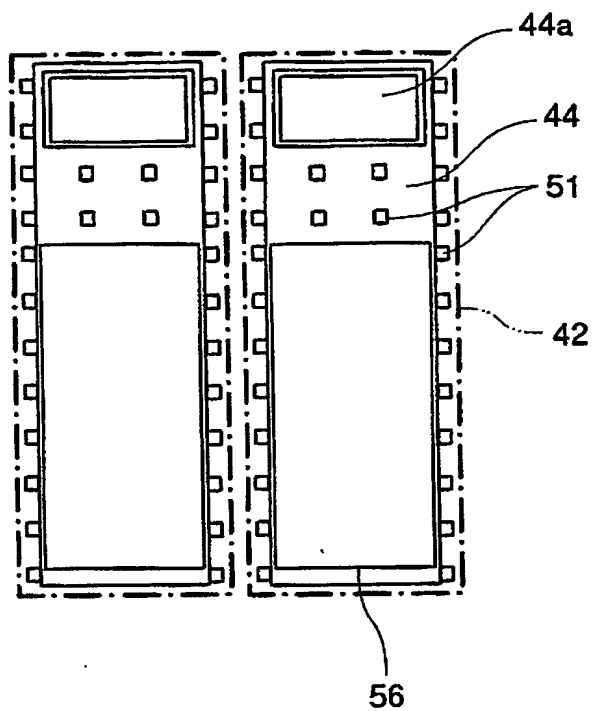
【図6】



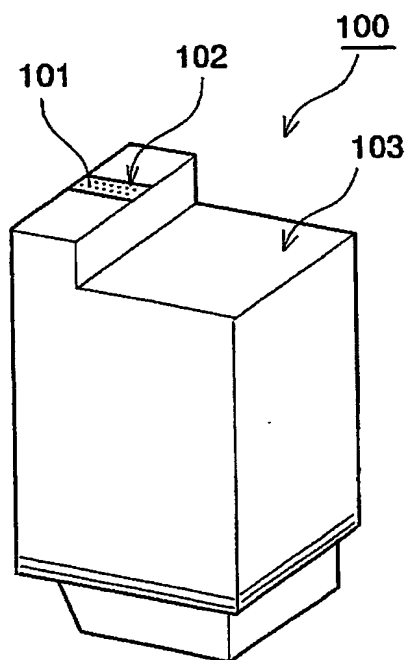
【図 7】



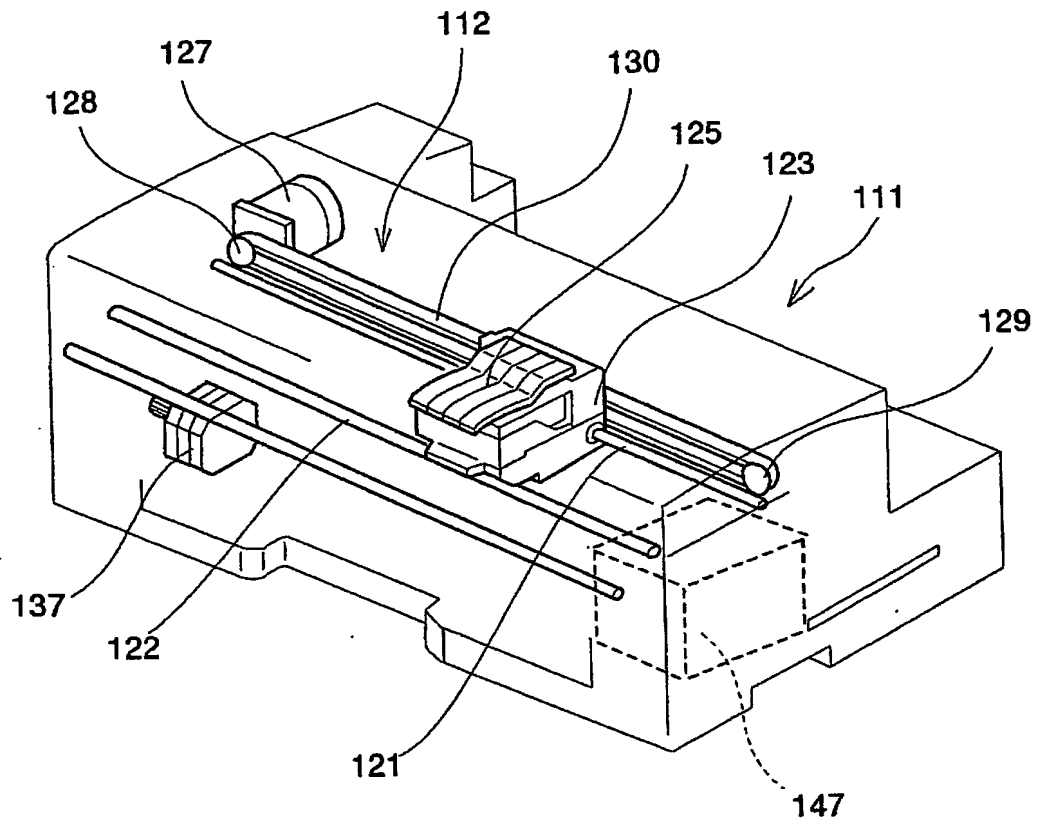
【図 8】



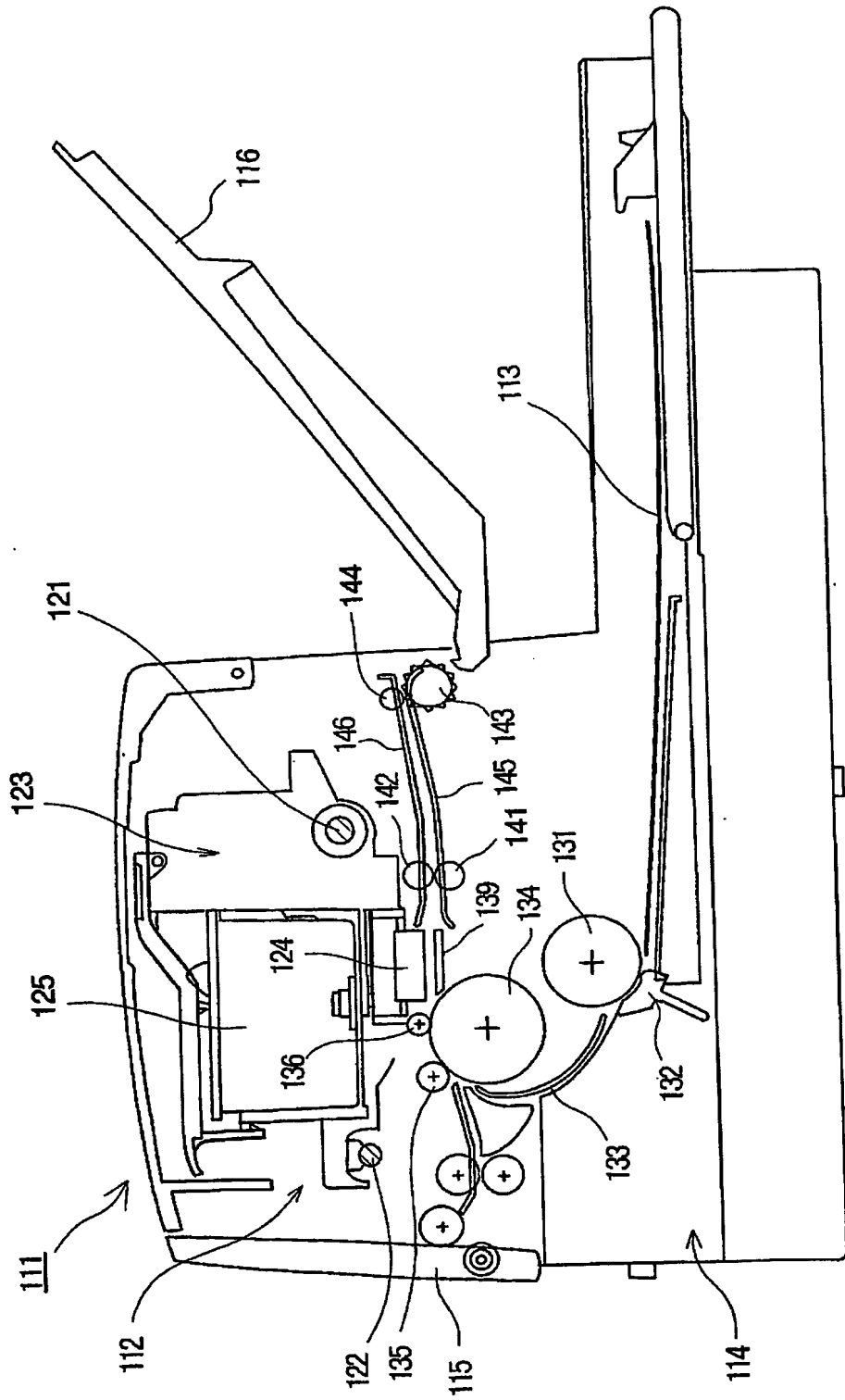
【図 9】



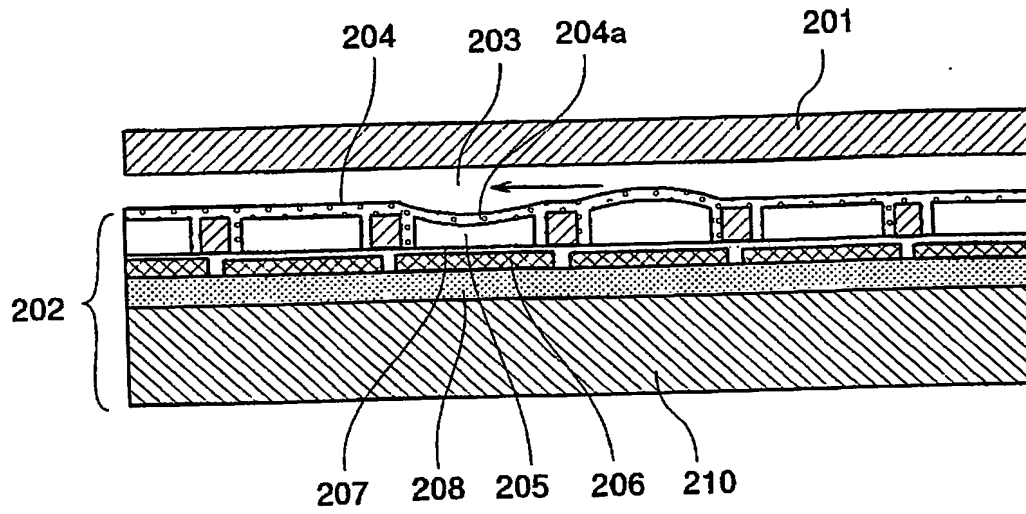
【図10】



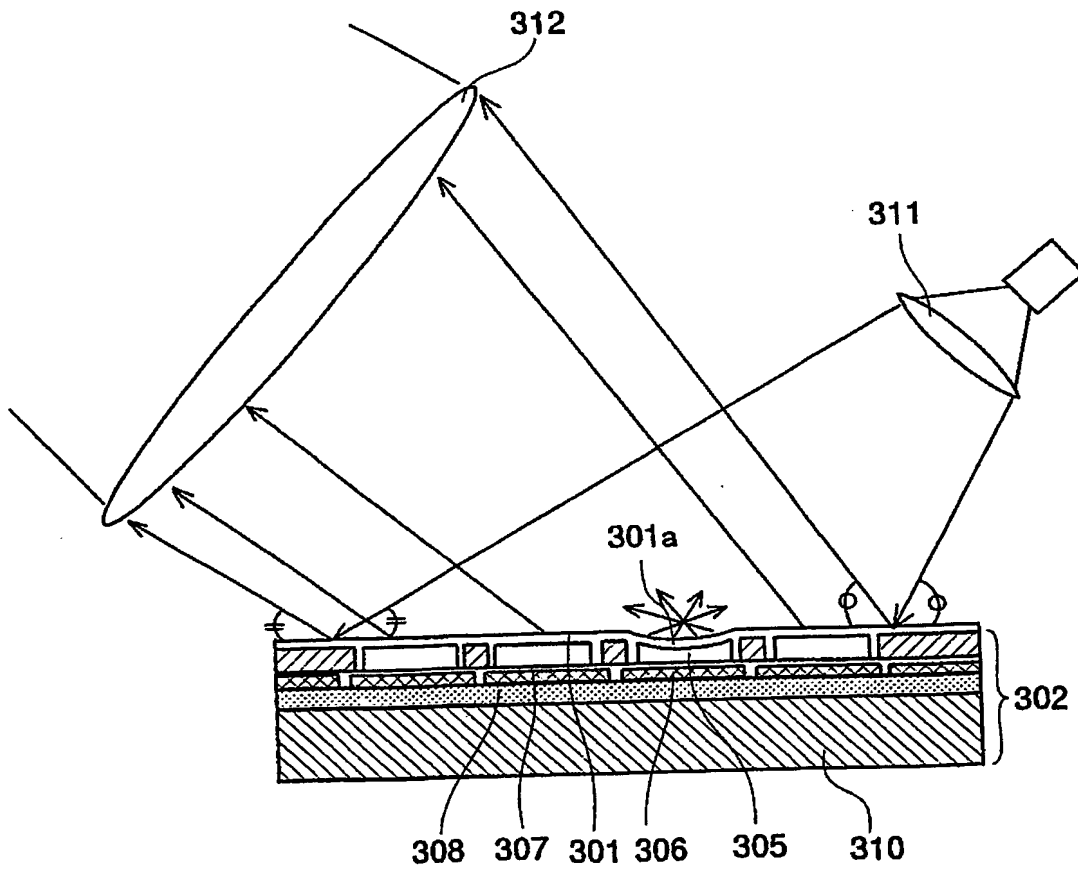
【図 11】



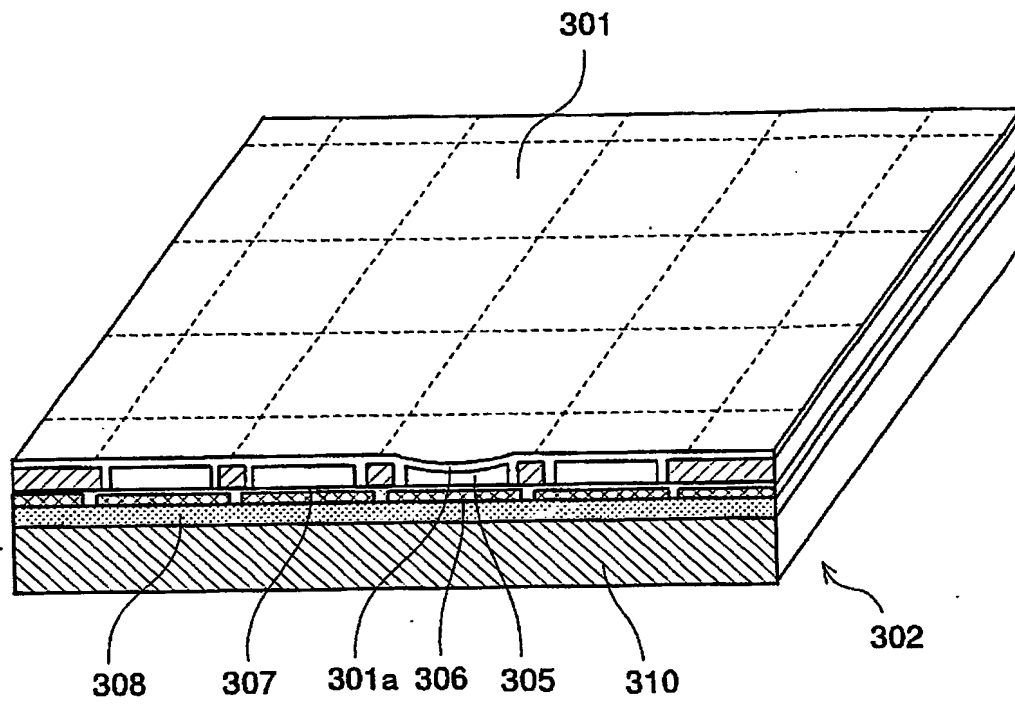
【図12】



【図13】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 特性のバラツキが大きく、信頼性が十分でない。

【解決手段】 振動板 10 と電極 14 との間のギャップ 12 は電極 14 上に形成した犠牲層を電極 14 及び振動板 10 を形成した後に除去することにより形成した。

【選択図】 図 2

特願 2002-228117

出願人履歴情報

識別番号

[000006747]

- | | |
|----------|------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月24日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 |
| 氏 名 | 株式会社リコー |
| | |
| 2. 変更年月日 | 2002年 5月17日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 |
| 氏 名 | 株式会社リコー |